

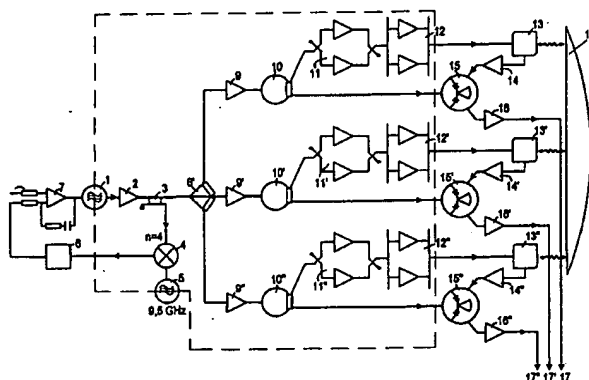
**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>G01S 7/02, H03L 7/16</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/04282</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 28. Januar 1999 (28.01.99)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE98/01786 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 30. Juni 1998 (30.06.98)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 197 31 085.0 19. Juli 1997 (19.07.97) DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> PFIZENMAIER, Heinz [DE/DE]; Liststrasse 6, D-71229 Leonberg (DE). EHRLINGER, Wolfgang [DE/DE]; Bottwarweg 6, D-71546 Aspach (DE). SCHNEEMANN, Joerg [DE/DE]; Burgunder Weg 4, D-71554 Weissach (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

**(54) Title:** DEVICE FOR SENDING AND RECEIVING RADAR WAVES, ESPECIALLY FOR A DISTANCE SENSOR

**(54) Bezeichnung:** EINRICHTUNG ZUM SENDEN UND EMPFANGEN VON RADARWELLEN, INSBESONDERE FÜR EINEN ABSTANDSSENSOR



**(57) Abstract**

The invention relates to a device for sending and receiving radar waves, especially for a distance sensor, wherein the send signals can be transmitted to at least one antenna element and the receive signals can be extracted therefrom. The antenna elements used for transmission are formed by circular polarized radar waves. The send signals are supplied to at least one side of the antenna element so that they are diffused on a first polarization plane. The receive signals are picked up by the antenna element on a second polarization plane which is perpendicular to the first polarization plane.

**(57) Zusammenfassung**

Bei einer Einrichtung zum Senden und Empfangen von Radarwellen, insbesondere für einen Abstandssensor, wobei mindestens einem Antennenelement zu sendende Signale zuführbar und empfangene Signale entnehmbar sind, sind die Antennenelemente zum Senden von zirkular polarisierten Radarwellen ausgebildet. Die zu sendenden Signale werden mindestens an einer Seite des Antennenelements so zugeführt, daß sie in einer ersten Polarisationssebene abgestrahlt werden. Die empfangenen Signale werden vom Antennenelement an einer zweiten Polarisationssebene abgegriffen, die zur ersten Polarisationssebene orthogonal steht.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Einrichtung zum Senden und Empfangen von Radarwellen,  
insbesondere für einen Abstandssensor

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Senden und Empfangen von Radarwellen, insbesondere für einen Abstandssensor, wobei mindestens einem Antennenelement, zum Beispiel einer Flächen-Antenne, zu sendende Signale in einer Richtung zugeführt und hiervon getrennt und elektrisch entkoppelt in der Gegenrichtung empfangene Signale entnehmbar sind.

Bei Abstandssensoren, die insbesondere an Kraftfahrzeugen verwendet werden, werden häufig frequenzmodulierte Mikrowellen (FMCW-Prinzip) verwendet, wobei aus einem Vergleich der jeweiligen Frequenz der gesendeten und der nach einer Reflexion empfangenen Welle auf die Entfernung zum reflektierenden Hindernis geschlossen werden kann. Dabei werden häufig die gleichen Antennenelemente zum Senden und Empfangen verwendet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Sende-Empfangs-Trennung verlustarm mit ausreichender Isolation zu erzielen.

...

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Antennenelemente zum Senden von zirkular polarisierten Radarwellen ausgebildet sind und daß die zu sendenden Signale mindestens an einer Seite des Antennenelements so zugeführt werden, daß sie in einer ersten Polarisationssebene abgestrahlt werden, und daß die empfangenen Signale vom Antennenelement an einer zweiten Polarisationssebene abgegriffen werden, die zur ersten Polarisationssebene orthogonal steht. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, daß das Antennenelement im wesentlichen quadratisch ist und daß die Zuführung und die Entnahme der Signale mindestens an zwei polarisationsmäßig orthogonalen Punkten erfolgen.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung kann insbesondere die zirkulare Polarisation durch zwei diagonal entgegengesetzte Abschrägungen oder durch einen diagonal verlaufenden Schlitz bewirkt werden.

Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, daß eine weitere Zuführung von zu sendenden Signalen aus der Richtung der empfangenen Signale erfolgt. Dabei ist eine besonders vorteilhafte Zuführung des zu sendenden und eine Entnahme des empfangenen Signals dadurch möglich, daß zwei Anschlüsse eines 3dB-Kopplers (Branch-line-coupler, Rat-race-coupler) derart mit dem Antennenelement verbunden sind, daß die zu sendenden Signale an der einen Seite des Antennenelements gegenüber der anderen Seite um  $90^\circ$  phasenverschoben sind, daß einem dritten Anschluß des 3dB-Kopplers die empfangenen Signale entnehmbar sind und daß einem vierten Anschluß die zu sendenden Signale zuführbar sind.

Bei einer anderen Weiterbildung ist vorgesehen, daß ein Richtkoppler in die Zuleitung der zu sendenden Signale zum Antennenelement geschaltet ist und daß ein Koppelarm des

...

Richtkopplers mit einem Eingang eines Mischers verbunden ist, dessen anderem Eingang die empfangenen Signale zuführbar sind und an dessen Ausgang ein Zwischenfrequenzsignal entnehmbar ist. Vorzugsweise ist dabei zur Phasenanpassung zwischen dem Koppelarm und dem Eingang des Mischers eine Umwegleitung eingefügt.

Ein besonders kostengünstiger Aufbau mit den derzeit zur Verfügung stehenden Technologien zur Herstellung von integrierten Schaltungen für Mikrowellen ist gemäß einer anderen Weiterbildung dadurch möglich, daß zur Erzeugung der zu sendenden Signale ein steuerbarer Oszillator vorgesehen ist, dessen Frequenz über eine Frequenzregelschleife mit einem zugeführten Modulationssignal modulierbar ist und dessen Ausgangssignal über einen Frequenzverdoppler der mindestens einem Antennenelement zuführbar ist.

Eine besonders günstige Ausgestaltung dieser Weiterbildung besteht darin, daß der Frequenzregelkreis einen Harmonischen-Mischer und einen Regler umfaßt, wobei dem Harmonischen-Mischer außer dem Ausgangssignal des Oszillators das Signal eines Referenz-Oszillators zuführbar ist, dessen Frequenz einem ganzzahligen Bruchteil, vorzugsweise einem Viertel, der Oszillator-Frequenz entspricht.

Eine andere Ausgestaltung dieser Weiterbildung ermöglicht, daß dem Oszillator - auch Lokaloszillator genannt - nachfolgende Schaltungen weitgehend für die niedrigere Frequenz des Lokaloszillators ausgelegt sein können dadurch, daß die Zuführung des Ausgangssignals des Oszillators zum Antennenelement über einen Treiber und einen als Frequenzverdoppler wirkenden Harmonischen-Verstärker erfolgt.

...

Bei einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das dem Antennenelement zugeführte Signal und das verstärkte empfangene Signal einem Grundwellenmischer zuführbar sind, an dessen Ausgang ein Zwischenfrequenzsignal entnehmbar ist.

Sofern ein Lokoszillator mit niedrigerer Frequenz verwendet wird, kann anstelle dieser Ausbildung auch vorgesehen sein, daß das Oszillatorsignal und das verstärkte empfangene Signal einem Harmonischen-Mischer zuführbar sind, an dessen Ausgang ein Zwischenfrequenzsignal entnehmbar ist. Die Verwendung von Harmonischen-Mischern als Empfangsmischer erlaubt die Speisung bei 38,25 GHz mit ausreichend hohem Pegel, wodurch eine Gleichvorspannung der Mischerdioden entfällt. Rauscharme Mischer mit circa 6 dB Einfügungsdämpfung sind damit realisierbar.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung dieser Weiterbildung sieht vor, daß das Oszillatorsignal dem Antennenelement und dem Harmonischen-Mischer über einen Wilkinson-Teiler zuführbar ist. Durch den bzw. bei mehreren Antennenelementen durch mehrere Wilkinson-Teiler wird eine gute Entkopplung sowohl der Kanäle untereinander als auch der Speisung der Empfangsmischer durch den Lokoszillator erzielt.

Zur Erzielung eines ausreichend großen Sensorwinkels und einer Richtungserfassung sind bei Abstandssensoren häufig mehrere Antennen vorgesehen. Dieses wird bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung dadurch realisiert, daß das Ausgangssignal des Oszillators mehreren, vorzugsweise drei, Antennenelementen über einen Leistungsteiler, über je einen Treiber und über je einen als Frequenzverdoppler wirkenden Harmonischen-Verstärker zuführbar ist.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird ein größerer Winkel dadurch erfaßt, daß drei Antennenelemente vorgesehen sind, von denen zwei äußere Antennenelemente mit zu sendenden Signalen beaufschlagt sind, und daß von allen Antennenelementen empfangene Signale je einem Mischer zuführbar sind, von dessen Ausgängen Zwischenfrequenzsignale entnehmbar sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 bis Fig. 5 verschiedene Ausführungsbeispiele für die Zuführung und die Entnahme von Antennensignalen,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel für einen Harmonischen-Mischer,

Fig. 7 ein teilweise dargestelltes drittes Ausführungsbeispiel, bei dem nur die beiden äußeren von drei Antennen zum Senden benutzt werden,

Fig. 8 ausschnittsweise ein viertes Ausführungsbeispiel,

Fig. 9 ebenfalls ausschnittsweise ein fünftes Ausführungsbeispiel,

Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel eines Harmonischen-Verstärkers,

...

Fig. 11 mehrere Ausführungsbeispiele für bei der erfindungsgemäßen Einrichtung verwendbare Antennenelemente und

Fig. 12 mehrere Beispiele für Verbindungsleitungen zu einem Antennenelement.

Gleiche Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. In den Figuren gestrichelt eingerahmte Komponenten sind in einem monolithischen Mikrowellenschaltkreis (MMIC) realisiert, während die übrigen Komponenten aus Kostengründen oder wegen hoher Güteanforderungen (beispielsweise im Falle des dielektrischen Resonators oder der Patch-Antennen) in MIC-Technik (Mikrowellen Integrierter Schaltkreis) auf einem umgebenden Substrat angeordnet sind, das ebenso wie ein metallischer Subträger nicht dargestellt ist. Auf diesem sind sowohl MMICs als auch der MIC montiert.

Eine rauscharme Frequenzerzeugung erfolgt in einem spannungsgesteuerten 38,25-GHz-Oszillator (DRVCO) 1, dessen dielektrischer Resonator (DR) einschließlich einer Varaktordiode zur Frequenzmodulation und der erforderlichen Koppelschleifen auf dem beispielsweise aus Quarz bestehenden Substrat angeordnet ist und mittels HF-tauglicher Verbindungen (beispielsweise sogenannter Bändchen-Bonds) mit dem aktiven Teil des Oszillators innerhalb des monolithischen Mikrowellenschaltkreises verbunden ist.

Die Oszillatorenergie wird über einen Trennverstärker 2 ausgekoppelt und einem Richtkoppler 3 zugeführt, aus dessen Koppelarm ein Teil der Energie in einen Harmonischen-Mischer 4 ausgekoppelt wird. Der Harmonischen-Mischer 4 ist ferner mit dem Ausgang eines Referenz-Oszillators 5 verbunden, dessen passiver Resonator ebenfalls auf dem Substrat angeordnet ist. Der Referenz-Oszillator schwingt mit einer Frequenz von 9,5 GHz. Der Harmonischen-Mischer 4 ist deshalb

...



auf die 4. Harmonische abgestimmt ( $n=4$ ). Eine mit dem Ausgang des Harmonischen-Mischers 4 verbundene Schaltung 6 und ein Regelverstärker 7 der Frequenzregelschleife sind als ASIC in Bipolartechnik realisiert und auf dem nicht dargestellten Substrat montiert. Dem Regelverstärker 7 wird das Modulationssignal, vorzugsweise eine dreieckförmige Spannung, zugeführt.

Der Ausgangsarm des Richtkopplers 3 mündet in einen Dreifach-Leistungsteiler 8, dessen Arme drei Vorverstärker 9, 9', 9" speisen. Die Ausgänge der Vorverstärker 9, 9', 9" sind mit je einem Zweifach-Wilkinson-Teiler 10, 10', 10", bestehend aus zwei Mikrostreifenleiterarmen und einem Widerstand, verbunden. Die oberen Ausgangsarme der Zweifach-Wilkinson-Teiler sind an je einen Treiberverstärker 11, 11', 11" angeschlossen. Drei Harmonischen-Verstärker 12, 12', 12" erzeugen aus der Grundfrequenz des 38,25 GHz-Oszillators 1 durch gezielte Selektion der zweiten Harmonischen die Arbeitsfrequenz von 76,5 GHz. Die Ausgangssignale der Harmonischen-Verstärker 12, 12', 12" werden den zirkular polarisierten Antennenelementen (zum Beispiel Patch-Antennen) 13 zugeführt, die auf dem umgebenden Substrat angeordnet sind, um durch dessen niedrige Dielektrizitätskonstante eine gute Abstrahlung zu erzielen.

Eine zirkulare Polarisierung der abgestrahlten Wellen wird bei Patch-Antennen beispielsweise entweder durch Abschrägung zweier gegenüberliegender Ecken der Patch-Antennen 13, 13', 13" gemäß Fig. 1 oder durch einen bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 dargestellten Schlitz der Patch-Antennen 23, 23', 23" erreicht. Diese und zwei weitere Ausführungsbeispiele für Patch-Antennen sind in den Figuren 11a bis 11d dargestellt. Bei den in den Figuren 11c und 11d dargestellten Beispielen wird die zirkulare Polarisierung durch Einkerbungen eines quadratischen (Fig. 11c) oder

...

runden (Fig. 11d) Patches mit seitlicher Ankopplung erreicht. Eine Mikrowellenlinse 18 dient zur Bündelung der abgestrahlten und der empfangenen Wellen.

Orthogonal zur Speisung der Patch-Antennen werden die empfangenen Signale aus den Patch-Antennen ausgekoppelt und über drei rauscharme Verstärker 14, 14', 14" drei Harmonischen-Empfangsmischern 15, 15', 15" zugeführt. Ferner werden aus den unteren Armen der Wilkinson-Teiler 10, 10', 10" die zugehörigen Lokaloszillatorsignale den Harmonischen-Empfangsmischern 15, 15', 15" zugeführt. Die Ausgangssignale der Harmonischen-Empfangsmischer 15, 15', 15" werden in jeweils einem Zwischenfrequenz-Verstärker 16, 16', 16" verstärkt und können den Ausgängen 17, 17', 17" entnommen werden. Die Frequenzgänge der Zwischenfrequenz-Verstärker tragen dem Radar-Abstandsgesetz Rechnung. Die Zwischenfrequenz-Verstärker 16, 16', 16" sind ebenfalls als ASICs aufgebaut und auf dem Substrat montiert.

Der konzentrierte Aufbau in MIC- und MMIC-Technik erlaubt eine hermetische Abdichtung durch eine Keramik-Substrat-Haube, deren Oberseite (Superstrat) in einem Abstand von etwa  $\lambda/4$  über den Patch-Antennen angeordnet ist, wodurch eine verbesserte Strahlkonzentration auf eine gemeinsame Linse ermöglicht wird.

Zum Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 Grundwellen-Mischer 25, 25', 25" vorgesehen, deren Versorgung mit dem Lokaloszillatorsignal über Richtkoppler (Branch-line-coupler) 19, 19', 19" aus den Ausgangssignalen der Harmonischen-Verstärker 12, 12', 12" erfolgt. Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 erwähnt, sind ferner bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 Patch-Antennen 23, 23', 23" mit jeweils einem Schlitz zur Erzielung der zirkularen Polarisierung versehen. Es ist jedoch auch bei dem

...

Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 möglich, andere Antennenelemente zu verwenden, beispielsweise die in Fig. 11 gezeigten. Auch ist es möglich, dielektrische Resonatorelemente anstelle der Patches zu verwenden.

Der Referenz-Oszillator 26 schwingt bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 auf einer Frequenz von 38 GHz. Deshalb wird im Frequenzregelkreis ein Grundwellenmischer 24 ( $n=1$ ) verwendet.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel für die Zuführung und Entnahme von Signalen an einem Antennenelement 23. Dabei werden die Signale von einem Oszillator 34 erzeugt, der stellvertretend für die Schaltungen 1 bis 12 (Fig. 2) steht. Das zu sendende Signal wird vom Oszillator 34 über die Hauptleitung eines Richtkopplers 19 der Antenne 23 zugeführt. Das empfangene Signal wird rechtwinklig dazu entnommen und einem Grundwellenmischer 25 zugeführt, der vom Richtkoppler 19 ein vom zu sendenden Signal abgezwigtes enthält. Einem Ausgang 31 kann das Zwischenfrequenzsignal entnommen werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist gegenüber Fig. 3 zwischen dem Richtkoppler 19 und dem Grundwellenmischer 25 eine Umwegleitung 32 vorgesehen, damit das den Grundwellenmischer 25 zugeführte Signal eine zur Mischung günstige Phasenlage gegenüber dem empfangenen Signal enthält.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ermöglicht die Zuführung der zu sendenden Signale von dem Oszillator 34 zu zwei Seiten der Antenne 23 bei gleichzeitiger Trennung des Empfangssignals von dem zu sendenden Signal. Dieses erfolgt über einen 3dB-Koppler 35, der derart ausgebildet ist, daß er das vom Oszillator 34 zugeführte Signal mit jeweils 3 dB Dämpfung auf die beiden Anschlüsse der Antenne 23 weiterleitet. Zur Erzielung einer 90° Phasenverschiebung an

...

der Antenne ist die von dem Zweigarm des Richtkopplers 35 ausgehende Leitung 36 entsprechend länger ausgeführt. Ferner ermöglicht der 3dB-Koppler 35 eine Entnahme des empfangenen Signals bei 37.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen Harmonischen-Mischer, der eine Ringleitung 41 aufweist. Das Signal des Lokoszillators wird einem Eingang 42 zugeführt und gelangt über einen Koppelkondensator 43 auf die Ringleitung. Das empfangene Signal liegt an einem weiteren Eingang 44 an. Über jeweils eine Leitung 45, 46 sind Mischdioden 47, 48 an die Ringleitung angeschlossen, wobei die Leitungen 45, 46 Stichleitungen 49, 50 zur Anpassung des Wellenwiderstandes aufweisen. Am Verbindungspunkt der Dioden 47, 48 befindet sich eine relativ große Fläche, die mit der unterhalb der gesamten Anordnung verlaufenden durchgehenden Massebeschichtung einen Kurzschluß für die Mikrowellen bildet. Der Platte 51 sind die Zwischenfrequenzsignale entnehmbar.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 sind der Einfachheit halber der Oszillator 1 und der zugehörige Regelkreis (Fig. 2) fortgelassen. Das verstärkte Oszillatorsignal wird von dem Schaltungspunkt 61 einem ersten Wilkinson-Teiler 62 zugeleitet, dessen einer Ausgang das zu sendende Signal und dessen anderer Ausgang das Lokoszillator-Signal für die Mischung mit den empfangenen Signalen führt. Ein zweiter Wilkinson-Teiler 63 teilt das zu sendende Signal für jeweils zwei Treiber 11, 11", an die jeweils ein Harmonischen-Verstärker 12, 12" angeschlossen ist. Mit deren Ausgangssignalen werden zwei Antennen 23, 23" gespeist, während eine mittlere Antenne 23' lediglich zum Empfang dient. An jede der Antennen ist ein Harmonischen-Mischer 15, 15', 15" angeschlossen. Diesen Mixern wird über einen Leistungsteiler 64 die Frequenz des Lokoszillators zugeführt. Über Zwischenfrequenz-Verstärker 16, 16', 16"

...

können die Zwischenfrequenzsignale den Harmonischen-Mischern 15, 15', 15" entnommen und Ausgängen 17, 17', 17" zugeführt werden.

Die Streifenleiter weisen vorzugsweise einen Wellenwiderstand von  $50 \Omega$  auf, während der Wellenwiderstand der Ringleitungen der Wilkinson-Teiler das  $\sqrt{2}$ -fache beträgt und der Widerstand im Wilkinson-Teiler reel  $100 \Omega$  ist.

Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem am Schaltungspunkt 61 zunächst ein Wilkinson-Teiler 65 und an diesen zwei weitere Wilkinson-Teiler 66, 67 angeschlossen sind. Der Wilkinson-Teiler 66 sowie ein Ausgang des Wilkinson-Teilers 67 speisen je einen Treiber 68, 68', 68", an die Harmonischen-Verstärker 69, 69', 69" angeschlossen sind, die in bereits erläuterter Weise (Fig. 8) nicht dargestellte Antennen ansteuern. Die vom unteren Ausgang des Wilkinson-Teilers 67 entnommenen Signale werden über eine Schaltung 70 nicht dargestellten Empfangsmischern zugeführt.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ist nach dem Schaltungspunkt 61 ein Leistungsteiler 71 vorgesehen mit drei Ausgängen, wobei zwei zur Speisung von zwei Antennen 72, 72" dienen. Dazu sind die Ausgänge des Leistungsteilers 71 über je einen Verstärker 73, 73", einen Treiber 74, 74", einen Harmonischen-Verstärker 75, 75" und je einen Ringkoppler 76, 76" mit den Antennen 72, 72' verbunden. Die Ringkoppler 76, 76" werden auch Rat-race-coupler genannt. Durch die Verteilung der Anschlüsse am Umfang des Ringes werden von Anschluß zu Anschluß verschiedene Laufzeiten erzielt, die zu einer Auslöschung oder zu einer Summation der in beiden Richtungen um den Ring umlaufenden Signale führen. Ein derartiger Rat-race-coupler wird bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 jeweils als Harmonischen-Mischer 77, 77', 77" verwendet und ist über Dioden 78, 78" mit einer Versorgungsspannung  $U_v$  und über

...

Dioden 78', 79, 79' und 79'' mit jeweils einer offenen  $\Lambda/4$ -Leitung 80 als HF-Kurzschluß verbunden.

Dem Harmonischen-Verstärker gemäß Fig. 10 werden über einen Eingang 81 die zu verstärkenden und bezüglich ihrer Frequenz zu verdoppelnden Signale zugeführt. Ein dazugehöriger Masseanschluß 82 ist mit einer durchgehenden leitenden Beschichtung, die in Fig. 10 nicht dargestellt ist, auf einer anderen Substratebene verbunden. Bei 83 ist eine Gate-Vorspannung zuführbar, die zusammen mit dem zu verstärkenden Signal über die Leitungen 84, die zur Impedanzanpassung und Leistungsteilung dienen, den Gate-Elektroden zweier Feldeffekttransistoren 85, 86 zuführbar ist. Anschlüsse 87 bis 90 der Source-Elektroden sind ebenfalls zur Masse-Elektrode durchkontaktiert.

Die Gate-Elektroden 91, 92 sind streifenförmig aufgebaut, beispielsweise mit jeweils vier Streifen einer Breite von 100  $\mu\text{m}$  Breite. Die Drain-Elektroden der Feldeffekttransistoren 85, 86 sind über ein Netzwerk 93 zur Bildung der zweiten Harmonischen, zur Zusammenfassung der Ausgangssignale beider Feldeffekttransistoren und zur Impedanzwandlung mit einem Ausgang 94 und mit einem Anschluß 95 zur Zuführung der Drain-Spannung verbunden. An geeigneten Stellen weist das Netzwerk Masseanschlüsse 96, 97 auf.

Die Figuren 12a bis 12c zeigen verschiedene Formen von 3dB-Kopplern 101, 102, 103 zur Verbindung der Antennenelemente 104, 105 mit Aus- und Eingängen 106, 107. Während im Falle der Figuren 12a und 12b die Leitungsführung symmetrisch ist, ist bei dem unsymmetrischen Aufbau gemäß Fig. 12c eine Längendifferenz der Leitungen zum Antennenelement 104 erforderlich, die einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge entspricht.

## Ansprüche

1. Einrichtung zum Senden und Empfangen von Radarwellen, insbesondere für einen Abstandssensor, wobei mindestens einem Antennenelement zu sendende Signale zuführbar und empfangene Signale entnehmbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenelemente (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') zum Senden von zirkular polarisierten Radarwellen ausgebildet sind und daß die zu sendenden Signale mindestens an einer Seite des Antennenelements (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') so zugeführt werden, daß sie in einer ersten Polarisationssebene abgestrahlt werden, und daß die empfangenen Signale vom Antennenelement (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') an einer zweiten Polarisationssebene abgegriffen werden, die zur ersten Polarisationssebene orthogonal steht.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Antennenelement (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') im wesentlichen quadratisch ist und daß die Zuführung und die Entnahme der Signale mindestens an zwei polarisationsmäßig orthogonalen Punkten erfolgen.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zirkulare Polarisation durch zwei diagonal entgegengesetzte Abschrägungen bewirkt wird.

...

4. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zirkulare Polarisierung durch einen diagonal verlaufenden Schlitz bewirkt wird.
5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Zuführung von zu sendenden Signalen aus der Richtung der empfangenen Signale erfolgt.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Anschlüsse eines 3dB-Kopplers (Branch-line-coupler, Rat-race-coupler) (35) derart mit dem Antennenelement (23) verbunden sind, daß die zu sendenden Signale an der einen Seite des Antennenelements (23) gegenüber der anderen Seite um  $90^\circ$  phasenverschoben sind, daß einem dritten Anschluß des 3dB-Kopplers (35) die empfangenen Signale entnehmbar sind und daß einem vierten Anschluß die zu sendenden Signale zuführbar sind.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Richtkoppler (19) in die Zuleitung der zu sendenden Signale zum Antennenelement (23) geschaltet ist und daß ein Koppelarm des Richtkopplers (19) mit einem Eingang eines Mischers (25) verbunden ist, dessen anderem Eingang die empfangenen Signale zuführbar sind und an dessen Ausgang (31) ein Zwischenfrequenzsignal entnehmbar ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Koppelarm und dem Eingang des Mischers (25) eine Umwegleitung (32) eingefügt ist.
9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der zu sendenden Signale ein steuerbarer Oszillator (1) vorgesehen ist, dessen Frequenz über eine Frequenzregelschleife (3, 4, 6, 7)

...



mit einem zugeführten Modulationssignal modulierbar ist und dessen Ausgangssignal über einen Frequenzverdoppler (12, 12', 12'') der mindestens einem Antennenelement (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') zuführbar ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzregelkreis einen Harmonischen-Mischer (4) und einen Regler (7) umfaßt, wobei dem Harmonischen-Mischer (4) außer dem Ausgangssignal des Oszillators (1) das Signal eines Referenz-Oszillators (5) zuführbar ist, dessen Frequenz einem ganzzahligen Bruchteil, vorzugsweise einem Viertel, der Oszillator-Frequenz entspricht.

11. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung des Ausgangssignals des Oszillators (1) zum Antennenelement (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') über einen Treiber (11, 11', 11'') und einen als Frequenzverdoppler wirkenden Harmonischen-Verstärker (12, 12', 12'') erfolgt.

12. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das den Antennenelementen (23, 23', 23'') zugeführte Signal und das verstärkte empfangene Signal einem Grundwellenmischer (25, 25', 25'') zuführbar sind, an dessen Ausgang ein Zwischenfrequenzsignal entnehmbar ist.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Oszillatorsignal und das verstärkte empfangene Signal einem Harmonischen-Mischer (15, 15', 15'') zuführbar sind, an dessen Ausgang ein Zwischenfrequenzsignal entnehmbar ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Oszillatorsignal den Antennenelementen (13, 13', 13'') und dem Harmonischen-Mischer (15, 15', 15'') über einen

...

Wilkinson-Teiler (10, 10', 10'') zuführbar ist.

15. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Oszillators (1) mehreren, vorzugsweise drei, Antennenelementen (13, 13', 13'', 23, 23', 23'') über einen Leistungsteiler (8, 8'), über je einen Treiber (11, 11', 11'') und über je einen als Frequenzverdoppler wirkenden Harmonischen-Verstärker (12, 12', 12'') zuführbar ist.

16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß drei Antennenelemente (23, 23', 23'') vorgesehen sind, von denen zwei äußere Antennenelemente (23, 23'') mit zu sendenden Signalen beaufschlagt sind, und daß von allen Antennenelementen (23, 23', 23'') empfangene Signale je einem Mischer (15, 15', 15'') zuführbar sind, von dessen Ausgängen Zwischenfrequenzsignale entnehmbar sind.

1/7

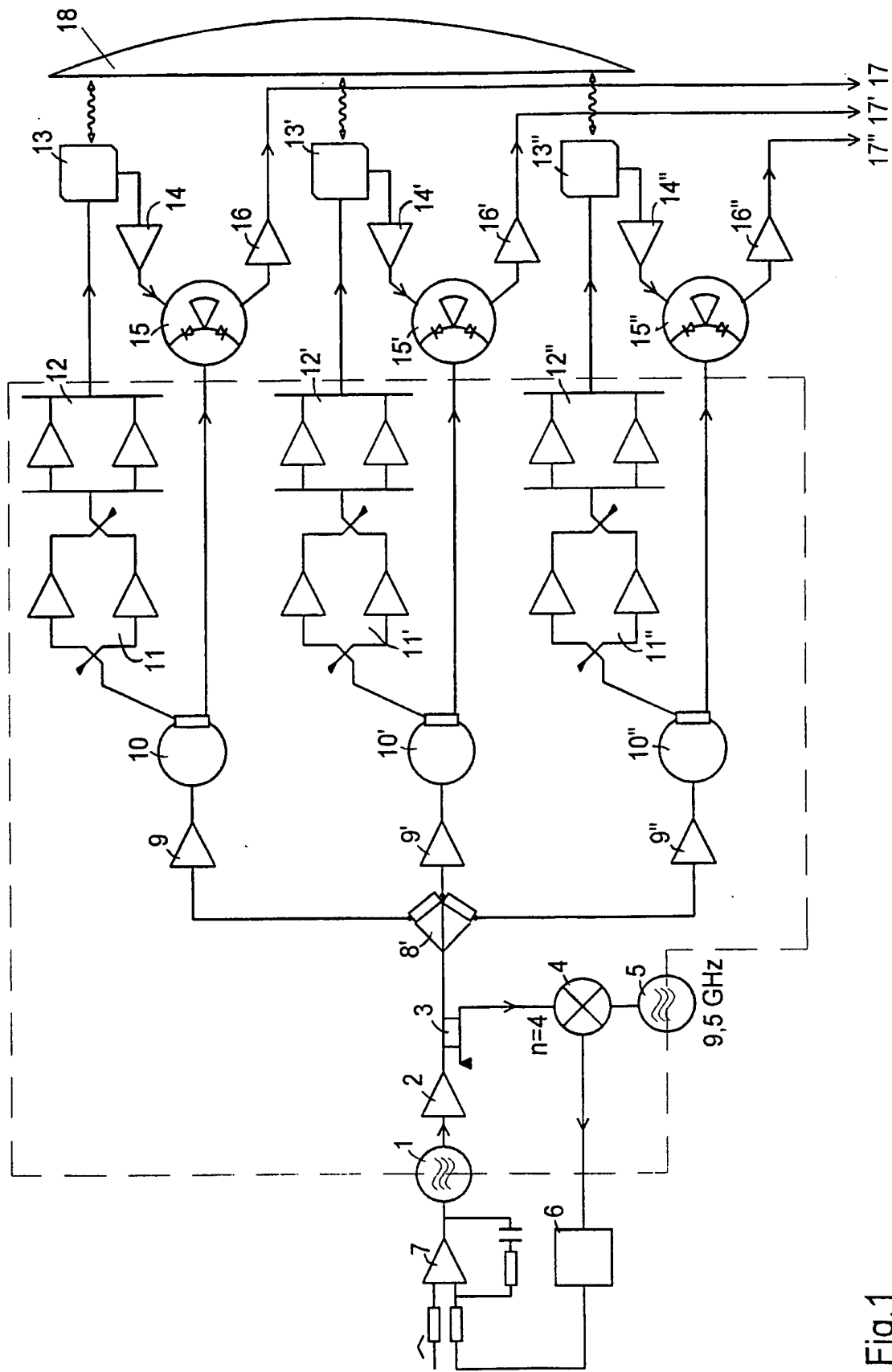


Fig. 1

2/7

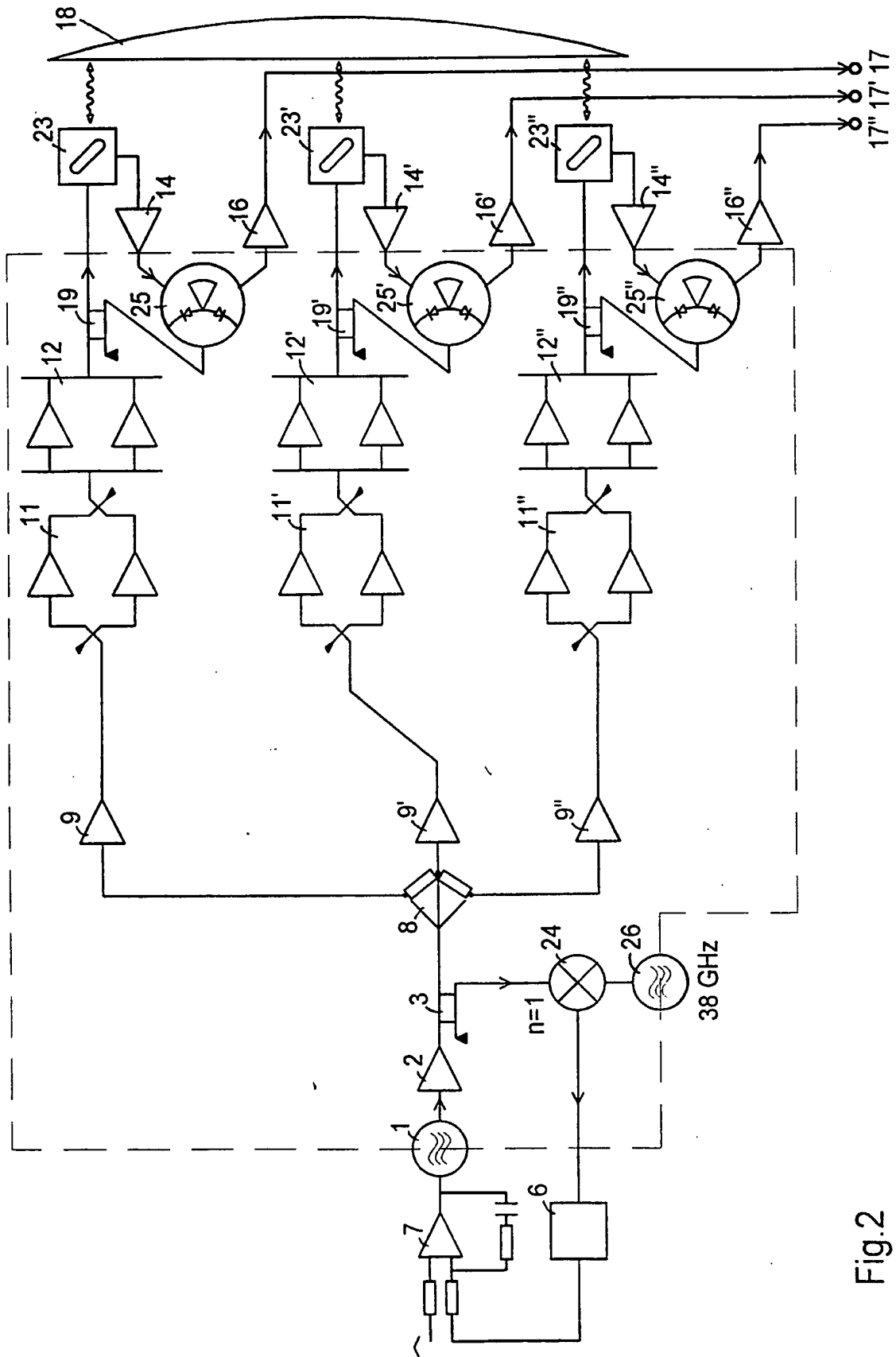


Fig.2

3/7

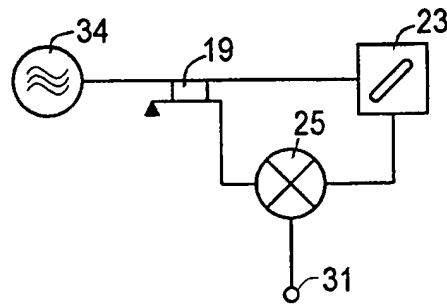


Fig.3

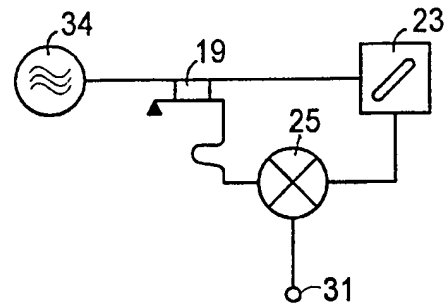


Fig.4

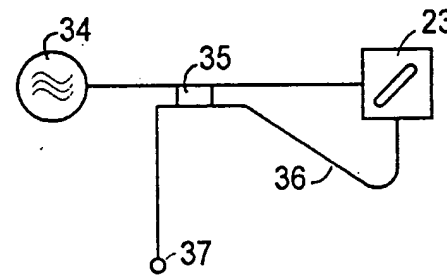


Fig.5

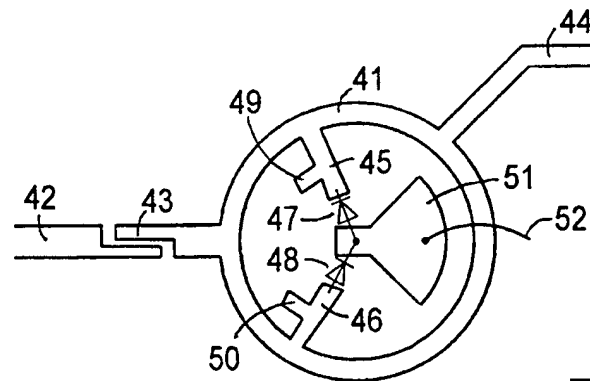


Fig.6

4/7

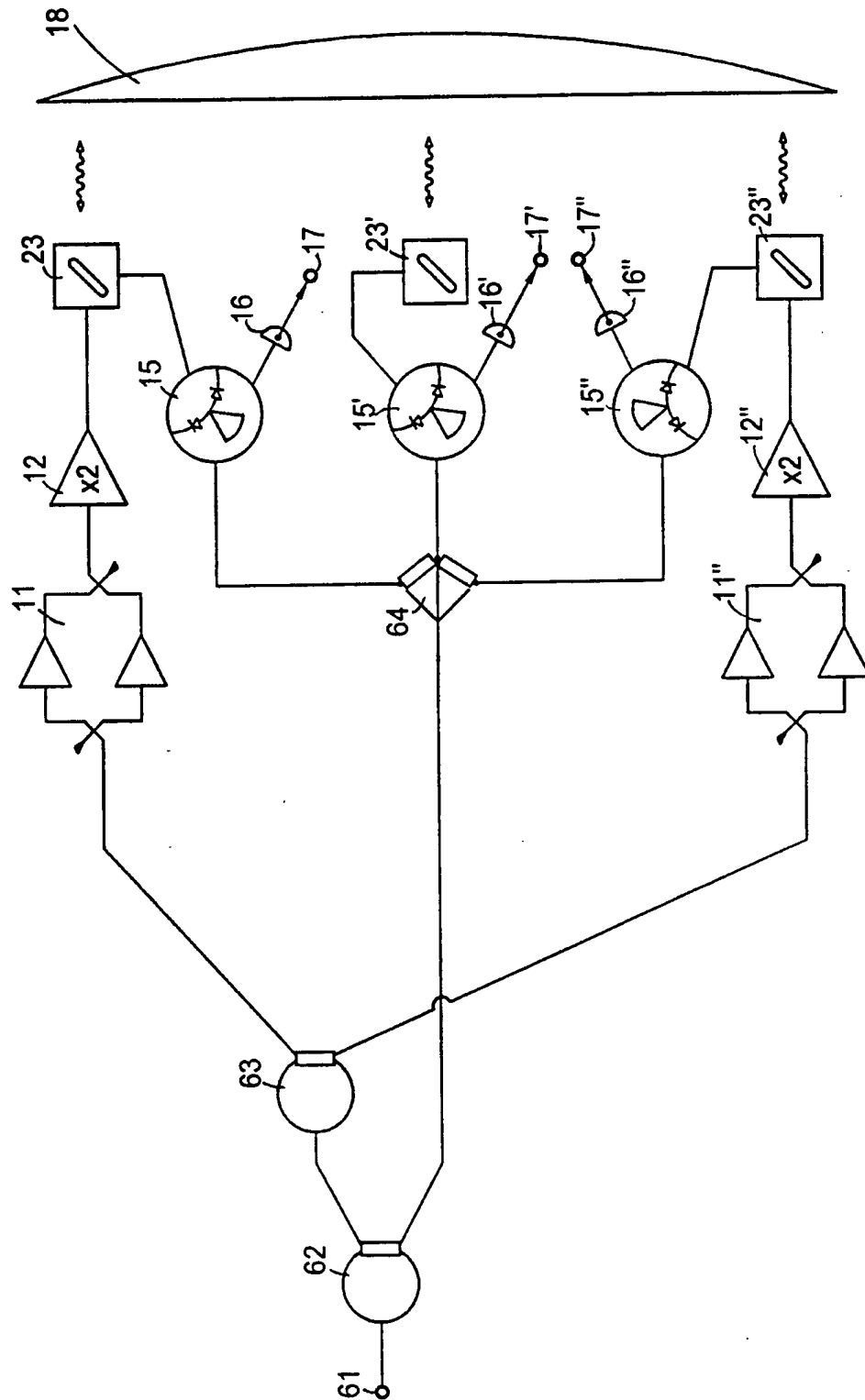
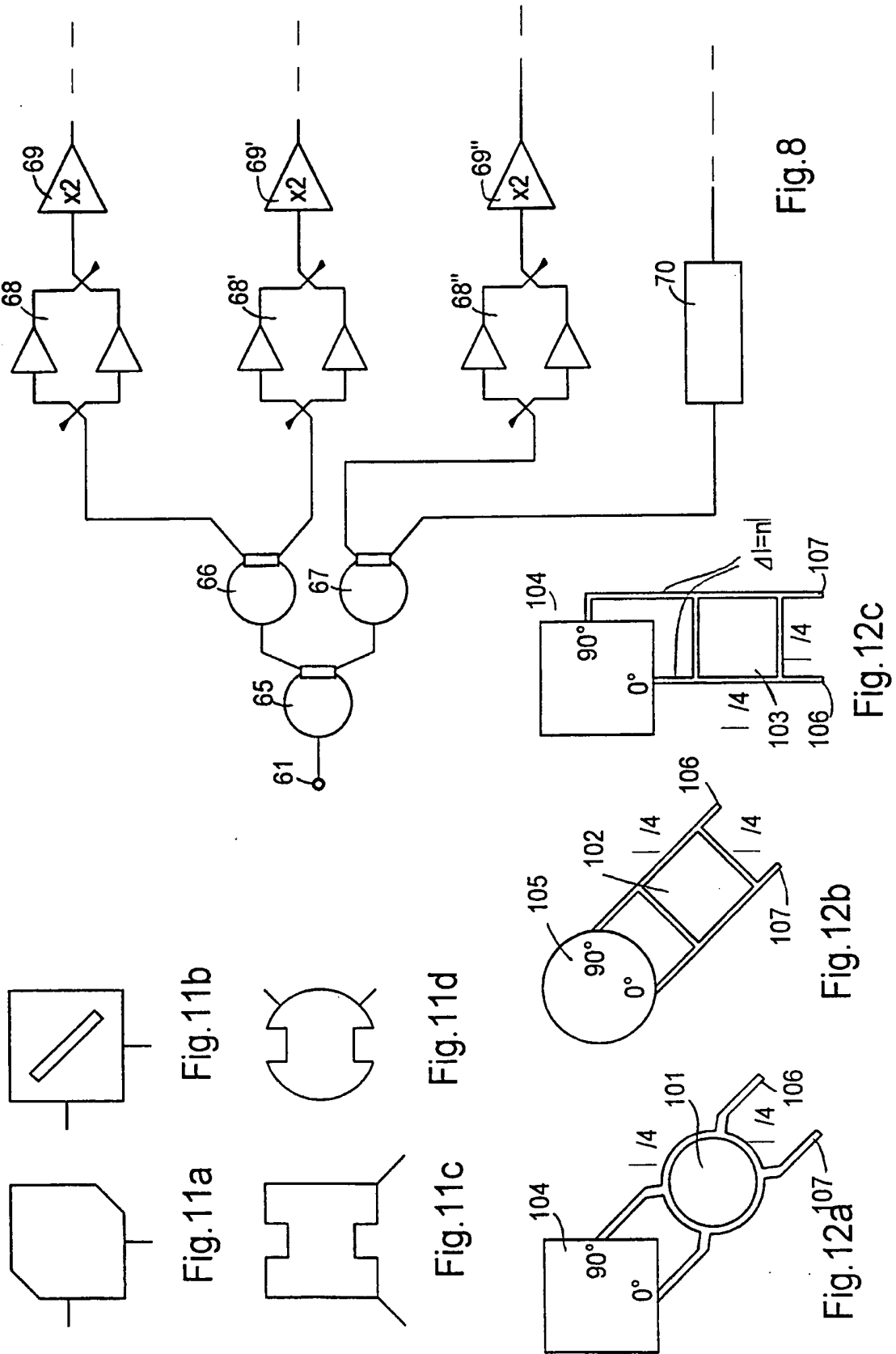


Fig.7



6/7

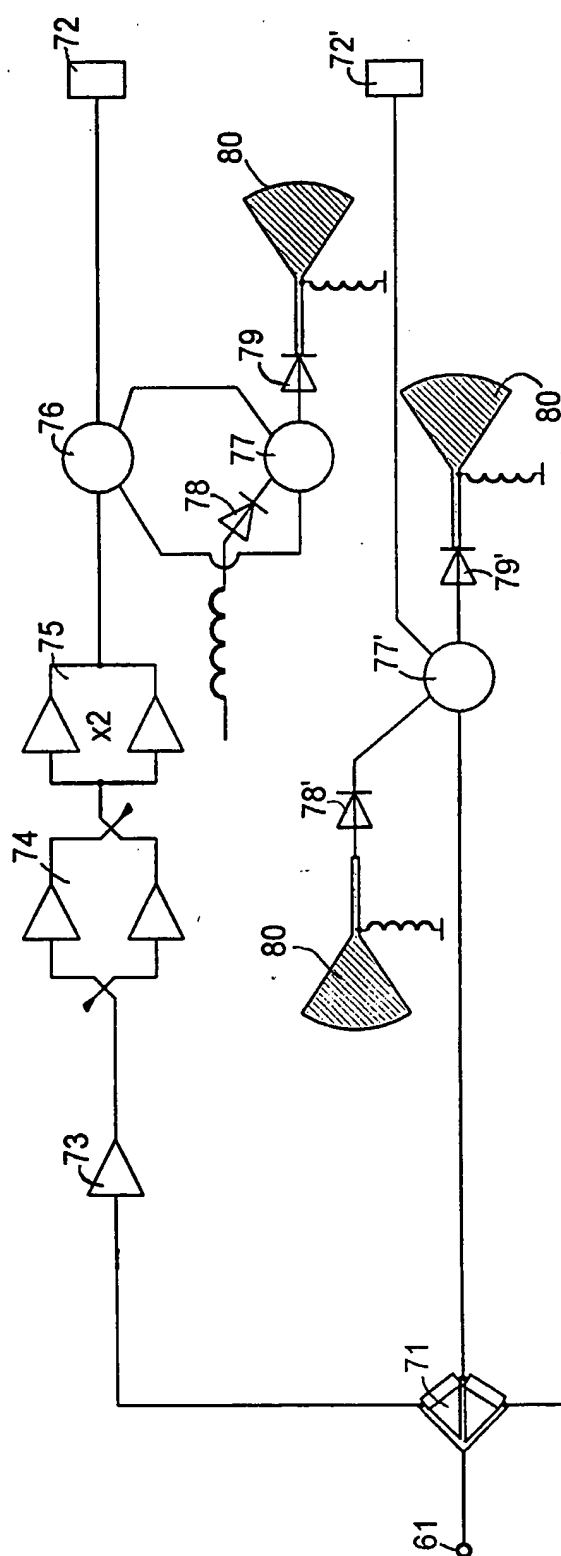
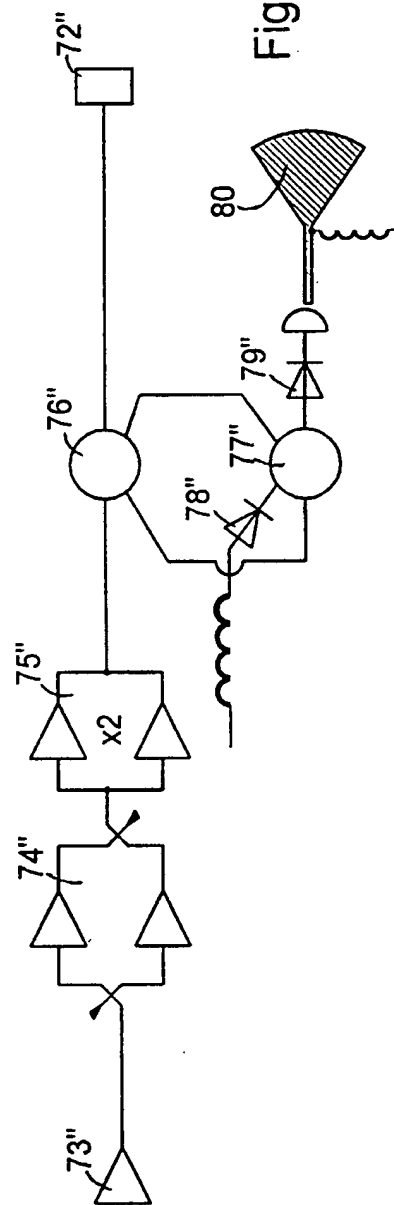


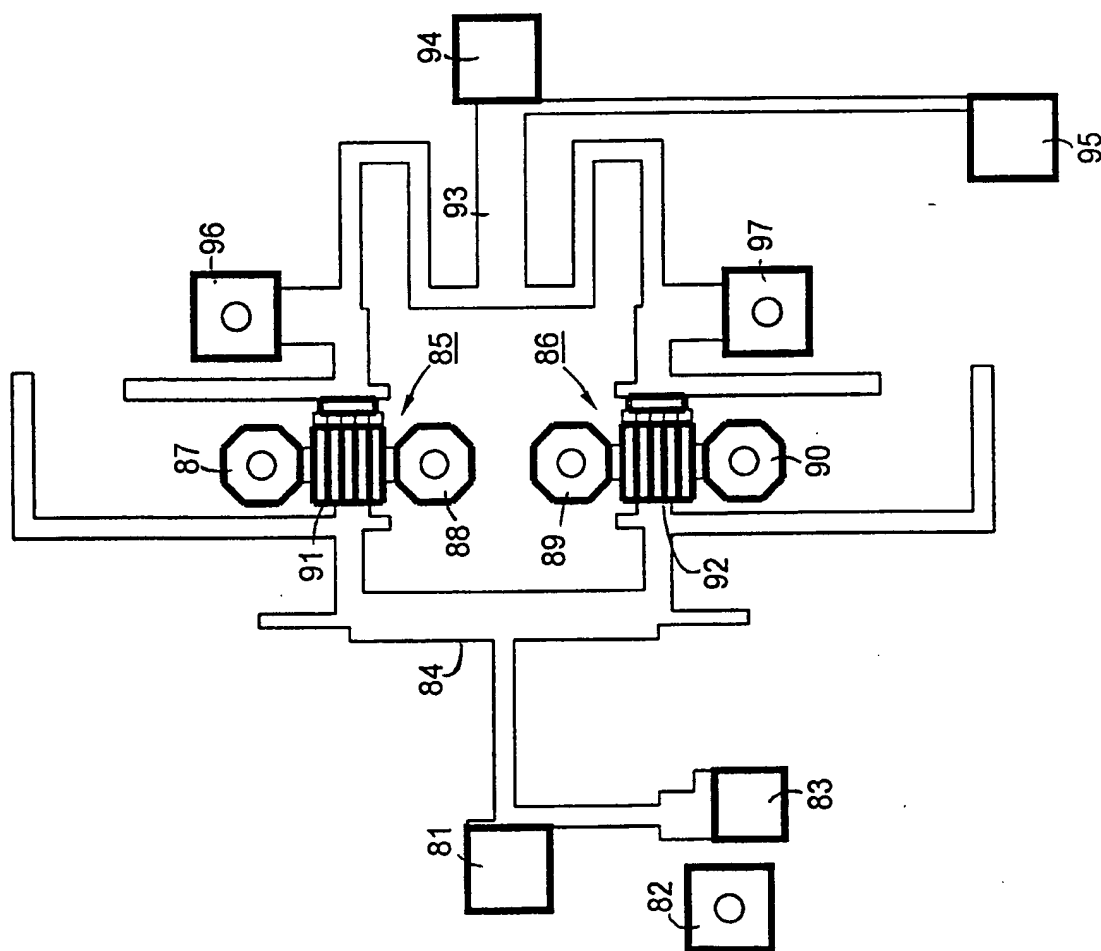
Fig. 9





7/7

Fig. 10



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 98/01786

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G01S7/02 H03L7/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01S H03L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 101 (P-194), 28 April 1983 & JP 58 026282 A (NIPPON KOKAN KK;OTHERS: 01), 16 February 1983	1
Y	see abstract	2,3,5-10
Y	EP 0 308 964 A (FUJITSU LTD) 29 March 1989 see the whole document	2,3,5,6
Y	US 5 495 252 A (ADLER ZDENEK) 27 February 1996 see the whole document	7,8
Y	US 4 538 121 A (YANO YASUHIRO ET AL) 27 August 1985	9,10
A	see the whole document	13
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 December 1998

Date of mailing of the international search report

14/12/1998

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zaccà, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 98/01786

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	J.F.ZÜRCHER, F.E.GARDIOL: "Broadband Patch Antennas" 1995, ARTECH HOUSE, BOSTON, MA, USA XP002086313 228380 see page 124 - page 125 ----	2-4
A	EP 0 690 315 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 3 January 1996 see the whole document ----	7,15,16
A	US 5 151 661 A (CALDWELL STEPHEN P ET AL) 29 September 1992 see the whole document ----	11
A	EP 0 699 923 A (SIEMENS AG) 6 March 1996 see the whole document -----	13,15,16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE 98/01786

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0308964 A	29-03-1989	JP 1199185 A	10-08-1989
		JP 1767700 C	11-06-1993
		JP 4054189 B	28-08-1992
		JP 1199186 A	10-08-1989
		JP 1081554 A	27-03-1989
		JP 1767695 C	11-06-1993
		JP 4050784 B	17-08-1992
		DE 3889403 D	09-06-1994
		DE 3889403 T	29-09-1994
		US 4926187 A	15-05-1990
US 5495252 A	27-02-1996	CA 2140936 A	28-01-1994
		US 5359331 A	25-10-1994
		US 5134411 A	28-07-1992
		AU 2894692 A	14-02-1994
		WO 9402867 A	03-02-1994
US 4538121 A	27-08-1985	JP 58125916 A	27-07-1983
		DE 3278849 A	01-09-1988
		EP 0083238 A	06-07-1983
EP 0690315 A	03-01-1996	US 5486832 A	23-01-1996
		JP 2672287 B	05-11-1997
		JP 8179030 A	12-07-1996
US 5151661 A	29-09-1992	NONE	
EP 0699923 A	06-03-1996	DE 4427970 C	14-03-1996